

**ESTIMASI PARAMETER REGRESI LOGISTIK
BINER DENGAN *MAXIMUM LIKELIHOOD*
ESTIMATION DAN *GENERALIZED METHOD OF*
*MOMENT***

(Studi Kasus: Faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan di Provinsi Jawa
Timur tahun 2018)

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



diajukan oleh:

ANJAR MEI ANGGORO WATI

17106010034

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
2021**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anjar Mei Anggoro Wati
NIM : 17106010034
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 4 Agustus 2021



Anjar Mei Anggoro Wati

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Anjar Mei Anggoro Wati

NIM : 17106010034

Judul Skripsi : Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner dengan Metode *Maximum Likelihood Estimation* dan *Generalized Method of Moment*.

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 31 Juli 2021
Pembimbing

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si.
NIP. 19790922 200801 1 011



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1487/Un.02/DST/PP.00.9/08/2021

Tugas Akhir dengan judul : Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner dengan Maximum Likelihood Estimation dan Generalized Method of Moment

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ANJAR MEI ANGGORO WATI
Nomor Induk Mahasiswa : 17106010034
Telah diujikan pada : Kamis, 12 Agustus 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si

SIGNED

Valid ID: 611cb01b43c48



Penguji I

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.

SIGNED

Valid ID: 611bdfec36dbc



Penguji II

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si.

SIGNED

Valid ID: 611c35b42d343



Yogyakarta, 12 Agustus 2021

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 611cbf71b036

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan iringan do'a dan mengucapkan syukur kepada Allah SWT

Karya skripsi ini saya persembahkan untuk Ayah dan Ibu tercinta, Ayah Suwanta dan Ibu Suprapti yang selalu memberikan do'a dan dukungannya, memberikan nasehat serta pelajaran hidup dengan ketulusan yang tak ternilai harganya.

Adik Azril Rahandika Alfariq terimakasih telah memberikan semangat yang sangat berarti

Keluarga Besar Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Kampus tercinta Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Bapak Ibu dosen yang memberi motivasi, pelajaran, dan inspirasi selama ini



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

Q.S Al-Insyirah: 5-6

“Kamu tidak harus hebat untuk memulai, tetapi kamu harus memulai untuk
menjadi hebat”

-Zig Ziglar-



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner dengan *Maximum Likelihood Estimation* dan *Generalized Method of Moment*”

Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga serta para sahabatnya yang senantiasa istiqamah dalam Islam sebagai agama yang diridhoi Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun dapat diberikan oleh pembaca. Selesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, membantu, mengarahkan, serta membagi ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dosen Matematika yang selama delapan semester telah bersedia membagi ilmunya.
5. Orang tuaku Ayah Suwanta dan Ibu Suprapti yang senantiasa memberikan perhatian kasih sayang dan do'a serta dukungan-dukungan terbaiknya dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Adik Azril Rahandika Alfariq dan Mas Anwar Ribani yang selalu memberikan canda tawa, kepercayaan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Neni Nistiyana dan Anisa Naswa Listiani sahabat sekaligus teman berjuang dalam mengerjakan skripsi ini yang selalu memberikan dukungan satu sama lain.
8. Teman-teman “HKS” Maria Lilis, Aprilia, Ahsani, Dinda Lusi, dan Anisa Agustin yang selalu memberikan do’a dan dukungan serta semangatnya dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Fajar Riyanti dan Ikh Wanna Fitriani sahabat 10 tahun ku yang senantiasa mengingatkan, memberikan do’a dan dukungan, serta motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Prodi Matematika 2017.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengaharap kritik dan saran dari semua pihak guna kesempurnaan dan kebaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca, Aamiin.

Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 12 Agustus 2021

Anjar Mei Anggoro Wati

NIM. 17106010034

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Tinjauan Pustaka	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II LANDASAN TEORI	9

2.1	Macam Data	9
2.2	Skala Pengukuran Data.....	9
2.3	Teori Peluang	11
2.4	Peluang	13
2.5	Probabilitas Bersyarat.....	14
2.6	Variabel Random	15
2.7	Fungsi Distribusi Peluang.....	15
2.8	Distribusi Normal.....	16
2.9	Distribusi Binomial	16
2.10	Ekspektasi, Variansi, dan Kovariansi.....	18
2.10.1	Ekspektasi	18
2.10.2	Variansi.....	19
2.10.3	Kovariansi.....	21
2.11	Matriks.....	22
2.11.1	Matriks Persegi	22
2.11.2	Matriks Diagonal.....	23
2.11.3	Transpose Matriks	23
2.11.4	Invers Matriks	23
2.11.5	Matriks Definit Positif.....	24
2.11.6	Matriks Hessian.....	24
2.12	Regresi Linier Berganda.....	25
2.12.1	Estimasi Parameter Model Regresi Linear Berganda.....	26
2.13	Regresi Logistik	28
2.14	Estimasi Parameter	29
2.15	Teori Distribusi Asimtotik.....	31
2.15.1	Distribusi Asimtotik Normal	31
2.16	Metode <i>Ordinary Least Square</i>	32
2.16.1	Sifat Estimator OLS	34
2.17	<i>Maximum Likelihood Estimation</i> (MLE).....	36
2.18	Metode <i>Newton Raphson</i>	37
2.19	Metode Momen	40

2.20	<i>Generalized Method of Moment (GMM)</i>	42
2.21	GMM Interpretasi dari Estimasi OLS	43
2.22	Iterasi Reweighted Least Square	43
2.23	Ketepatan Klasifikasi	44
2.24	Kemiskinan	45
2.25	Garis Kemiskinan	46
2.26	Perkembangan Kemiskinan di Jawa Timur	46
2.27	Faktor-faktor yang Memengaruhi Kemiskinan.....	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		50
3.1	Metode Penelitian.....	50
3.2	Sumber Data.....	50
3.3	Variabel Penelitian	50
3.4	Langkah Analisis.....	51
BAB IV PEMBAHASAN.....		54
4.1	Regresi Logistik Biner.....	54
4.1.1	Model Regresi Logistik Biner.....	54
4.1.2	Transformasi Logit Regresi Logistik Biner.....	55
4.2	Pendugaan Parameter Regresi Logistik Biner dengan Metode MLE.....	56
4.3	Pendugaan Parameter Regresi Logistik Biner dengan Metode GMM.....	67
4.3.1	Iterasi Reweighted Least Square.....	69
BAB V STUDI KASUS.....		73
5.1	Identifikasi Model	73
5.2	Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner dengan Metode MLE.....	74
5.2.1	Pengujian Parameter Metode MLE.....	75
5.2.2	Model Regresi Logistik Biner dengan Metode MLE.....	78
5.2.3	Ketepatan Klasifikasi Metode MLE.....	79
5.3	Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner	

dengan Metode GMM	79
5.3.1 Pengujian Parameter Metode GMM	80
5.3.2 Model Regresi Logistik Biner dengan Metode GMM	83
5.3.3 Ketepatan Klasifikasi Metode GMM	83
5.4 Hasil Estimasi Metode MLE dan Metode GMM.....	84
BAB VI PENUTUP	86
6.1 Kesimpulan	86
6.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	91



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka	6
Tabel 2.1 Perhitungan Ketepatan Klasifikasi Regresi Logistik.....	45
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	51
Tabel 5.1 Hasil Estimasi dengan Metode MLE.....	74
Tabel 5.2 Hasil Uji Signifikansi Parameter Secara Serentak Metode MLE.....	76
Tabel 5.3 Hasil Uji Signifikansi Parameter Secara Parsial Metode MLE.....	77
Tabel 5.4 Ketepatan Klasifikasi Metode MLE.....	79
Tabel 5.5 Hasil Estimasi dengan Metode GMM	79
Tabel 5.6 Hasil Uji Signifikansi Parameter Secara Serentak Metode GMM	81
Tabel 5.7 Hasil Uji Signifikansi Parameter Secara Parsial Metode GMM	82
Tabel 5.8 Ketepatan Klasifikasi Metode GMM	83
Tabel 5.9 Hasil Estimasi Regresi Logistik Biner Metode MLE dan Metode GMM.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	53
-----------------------------------	----



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 HCI Provinsi Jawa Timur 2018	91
Lampiran 2 Variabel Independen tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur	92
Lampiran 3 Perbandingan Prediksi Metode MLE dan GMM.....	93
Lampiran 4 Sintaks dan Output Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner Metode MLE.....	94
Lampiran 5 Sintaks dan Output Ketepatan Klasifikasi Metode MLE.....	95
Lampiran 6 Sintaks dan Output Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner Metode GMM	95
Lampiran 7 Sintaks dan Output Ketepatan Klasifikasi Metode GMM	96
Lampiran 8 Output Prediksi Metode MLE	97
Lampiran 9 Output Prediksi Metode GMM.....	98

DAFTAR SIMBOL

Simbol-simbol yang digunakan dalam skripsi ini mempunyai makna yaitu sebagai berikut:

$P(A)$: peluang kejadian A
Y	: variabel dependen
y_i	: data variabel dependen pada pengamatan ke- i
x_{pi}	: data variabel independen ke- p pada pengamatan ke- i
β_0	: intersep (titik potong)
$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: parameter koefisien regresi
$\pi(x)$: peluang sukses variabel x
ε	: galat regresi
E	: ekspektasi
σ^2	: variansi
μ	: mean
$SE(\beta)$: standar error dari β
Σ	: menyatakan penjumlahan berindeks
Π	: menyatakan perkalian berindeks
$\pi(x)$: probabilitas regresi logistik
$L(\beta)$: fungsi likelihood
$l(\beta)$: logaritma natural fungsi likelihood
n_{11}	: jumlah dari subyek y_1 tepat diklasifikasi sebagai y_1
n_{12}	: jumlah dari subyek y_1 salah diklasifikasi sebagai y_2
n_{21}	: jumlah dari subyek y_2 salah diklasifikasi sebagai y_1
n_{22}	: jumlah dari subyek y_2 tepat diklasifikasi sebagai y_2

$\beta^{(t+1)}$: vektor estimasi parameter pada iterasi ke $t+1$
$\beta^{(t)}$: vektor estimasi parameter pada iterasi ke t
H	: matriks Hessian
$(H^{(t)})^{-1}$: invers dari matriks <i>Hessian</i> yang elemennya merupakan turunan kedua dari $\ln L(\beta)$
$g^{(t)}$: vektor dari matriks kemiringan (<i>slope</i>) yang berisikan turunan pertama dari $\ln L(\beta)$
$g(x)$: persamaan logit
$J(\beta)$: matriks bobot
$\bar{g}(\beta)$: momen kondisi sampel
G	: statistik uji signifikansi parameter model regresi logistik biner serentak
W	: statistik uji signifikansi parameter model regresi logistik biner secara parsial

INTISARI

ESTIMASI PARAMETER REGRESI LOGISTIK BINER DENGAN *MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION* DAN *GENERALIZED METHOD OF MOMENT*

(Studi Kasus: Faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan di Provinsi Jawa
Timur tahun 2018)

Oleh

ANJAR MEI ANGGORO WATI

NIM. 17106010034

Regresi logistik biner adalah regresi logistik dimana variabel dependennya berupa data dikotomi yang terdiri dari dua kategori. Untuk menentukan model regresi logistik biner diperlukan suatu estimasi parameter untuk mendapatkan informasi mengenai suatu populasi. Estimasi parameter regresi logistik biner yang digunakan adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan iterasi Newton Raphson dan *Generalized Method of Moment* (GMM) dengan *Iterative Reweighted Least Square*. Penelitian ini mengambil studi kasus tentang data Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 yang terdiri dari 38 Kabupaten/Kota, dengan variabel dependen berupa data biner dengan kategori miskin dan tidak miskin. Hasil estimasi yang diperoleh dari metode MLE dan GMM menghasilkan jumlah variabel signifikan yang berbeda. Dari metode MLE terdapat satu variabel independen yang signifikan masuk dalam model, yaitu variabel rumah tangga penerima Program Keluarga Harapan. Sedangkan dari metode GMM terdapat dua variabel yang signifikan masuk dalam model, yaitu variabel rumah tangga yang memiliki komputer dan variabel rumah tangga penerima Program Keluarga Harapan. Dilihat dari nilai ketepatan klasifikasi metode MLE sebesar 81.57% dan ketepatan klasifikasi metode GMM sebesar 73.68%, sehingga estimasi parameter regresi logistik biner pada studi kasus faktor-faktor yang memengaruhi kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 dengan menggunakan metode MLE lebih baik daripada menggunakan metode GMM.

Kata kunci: *Generalized Method of Moment*, Ketepatan Klasifikasi, *Maximum Likelihood Estimation*, Regresi Logistik Biner

ABSTRACT

PARAMETER ESTIMATION OF BINARY LOGISTIC REGRESSION WITH MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION AND GENERALIZED METHOD OF MOMENT

(Case Study: Factors Affecting Poverty in East Java Province in 2018)

By

ANJAR MEI ANGGORO WATI

NIM. 17106010034

Binary logistic regression is logistic regression where the dependent variable is dichotomous data consisting of two categories. To determine the binary logistic regression model, an estimated parameter is needed to obtain information about a population. The estimation of binary logistic regression parameters used is the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method with Newton Raphson iteration and Generalized Method of Moment (GMM) with Iterative Reweighted Least Square. This research takes a case study of poverty data in East Java Province in 2018 which consists of 38 districts/cities, with the dependent variable in the form of binary data with poor and not poor categories. The estimation results obtained from MLE and GMM methods produce a number of different significant variables. From the MLE method, there is one significant independent variable included in the model, namely the household receiving PKH variable. Meanwhile, from the GMM method, there are two significant variables included in the model, namely household that has a computer variable and the household receiving PKH variable. Judging from the value of the classification accuracy of the MLE method of 81.57% and the accuracy of the classification of the GMM method of 73.68%, so that the estimation of binary logistic regression parameters in the case study of factors that affect poverty in East Java Province in 2018 using the MLE method is better than using the GMM method.

Keywords: Binary Logistic Regression, Classification Accuracy, Generalized Method of Moment, Maximum Likelihood Estimation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Statistika adalah suatu disiplin ilmu yang mempelajari sekumpulan konsep dan metode pengumpulan, penyajian, analisis, dan interpretasi data, sampai pada pengambilan keputusan pada situasi dimana terdapat ketidakpastian (Qudratullah, 2012). Dalam penelitian ilmiah, statistika merupakan alat yang berguna bagi perencanaan dan evaluasi hasil penelitian, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan penyempurnaan terhadap hasil penemuan (Gunardi, 1999).

Statistika dalam pengertian sebagai ilmu dibedakan menjadi dua, yaitu statistik deskriptif dan statistik inferensial. Statistik deskriptif mempunyai tujuan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran objek yang diteliti sebagaimana adanya tanpa menarik kesimpulan atau generalisasi. Dalam statistika deskriptif disajikan data dalam bentuk tabel atau diagram, penentuan rata-rata (mean), modus, median, rentang serta simpangan baku. Sedangkan statistik inferensial (induktif) mempunyai tujuan untuk penarikan kesimpulan. Sebelum penarikan kesimpulan dilakukan suatu pendugaan yang diperoleh dari statistik deskriptif (Nuryadi dkk, 2017).

Statistika inferensial menggunakan konsep probabilitas dalam membuat pendugaan terhadap suatu obyek berdasarkan data yang telah diperoleh, dalam pengelompokannya dibagi menjadi 2 kelompok yaitu statistika parametrik dan statistika non parametrik (Usman dan Akbar, 2006). Perbedaan statistika parametrik dengan statistika non parametrik adalah dalam statistika parametrik data diasumsikan berdistribusi normal dan jenis data yang digunakan interval atau rasio. Sedangkan statistika non parametrik tidak mengharuskan data berdistribusi normal dan jenis data yang digunakan dapat berupa kategori nominal atau ordinal.

Analisis statistik merupakan suatu konsep dasar dengan menggunakan probabilitas. Analisis statistik bisa dikelompokkan berdasarkan jumlah variabel yang dianalisis. Berdasarkan pengelompokan variabel tersebut, analisis statistik dibagi menjadi analisis univariat, bivariat, dan multivariat. Analisis multivariat

merupakan salah satu analisis statistik yang berkaitan dengan analisis banyak variabel. Variabel di dalam analisis multivariat dapat diklasifikasikan sebagai variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh variabel lain yaitu variabel independen. Sedangkan variabel independen adalah variabel yang digunakan untuk memprediksi atau mengestimasi nilai variabel lain yaitu variabel dependen (Widarjono, 2010).

Analisis regresi merupakan salah satu analisis multivariat yang sering digunakan dalam penelitian. Analisis regresi merupakan suatu teknik yang dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan dua atau lebih variabel dan menaksir nilai variabel dependen berdasarkan pada nilai tertentu. Variabel kuantitatif dan kualitatif dapat digunakan dalam analisis regresi. Variabel kuantitatif adalah variabel yang datanya berupa angka yang diperoleh dari hasil pengukuran. Sedangkan variabel yang berupa gambar atau kata sering disebut *dummy*. Analisis regresi dapat dikelompokkan menjadi analisis regresi linear dan non linear. Data hasil penelitian yang berupa kualitatif dapat dianalisis dengan analisis regresi non linear. Salah satu model non linear yang dapat digunakan untuk menganalisis data kualitatif adalah dengan menggunakan regresi logistik. Analisis regresi logistik digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel dependen atau variabel respon yang berupa data dikotomi atau biner dengan variabel independen yang berupa data berskala interval atau kategorik (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

Analisis regresi logistik terbagi menjadi dua, yaitu regresi logistik biner dan regresi logistik multinomial. Regresi logistik biner adalah suatu analisis yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel prediktor (independen) dengan beberapa variabel respon (dependen), dimana variabel respon bersifat biner atau dikotomis yang hanya mempunyai dua kategori saja, yaitu kategori yang menyatakan kejadian sukses dan kategori yang menyatakan kejadian gagal. Variabel independen sering disebut juga dengan *covariate*. Hasil pengukuran suatu variabel seringkali memiliki ciri berupa dua atau lebih kemungkinan nilai yang dikenal sebagai variabel kategorik. Variabel kategori yang tidak memiliki urutan disebut dengan variabel nominal sedangkan variabel kategori yang memiliki urutan disebut dengan variabel ordinal (Agresti, 2002).

Regresi logistik dan regresi linear sama-sama bertujuan menyelidiki hubungan variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen. Keduanya mengestimasi parameter model yang diharapkan. Perbedaan regresi logistik dan regresi linear adalah pada regresi logistik menggunakan variabel dependen yang bersifat kategorik. Dalam analisis regresi, estimasi parameter merupakan tujuan penting untuk mendapatkan nilai taksiran parameter. Estimasi yang baik adalah yang dapat menggambarkan kondisi populasi melalui kondisi sampel. Pemilihan metode sangat berpengaruh dalam menentukan penduga parameter yang terbaik.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter regresi logistik, yaitu *maximum likelihood methods* (MLE), *noniterative weighted least square methods*, dan *discriminant function analysis methods* (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Metode maksimum likelihood merupakan metode penduga parameter yang umum digunakan pada regresi logistik. Metode ini memberikan nilai taksiran parameter dengan memaksimalkan fungsi likelihood. Metode lain yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter adalah metode momen. Metode momen memberikan nilai taksiran parameter dengan menyamakan antara momen-momen populasi dengan momen-momen sampel. Dari metode momen tersebut diperkenalkan estimator lain yaitu *Generalized Method of Moment* atau GMM.

GMM merupakan salah satu metode estimasi parameter yang diperkenalkan oleh Hansen sebagai estimasi parameter yang meminimalkan bentuk kuadrat dari kondisi momen sampel yang terboboti. GMM merupakan perluasan dari metode momen (Taurif, dkk, 2014). Sebagai metode estimasi yang bersifat umum (generalisasi), metode GMM diharapkan dapat mengatasi kekurangan-kekurangan dan menjadi estimasi yang lebih optimal dibanding metode estimasi yang lain. Metode GMM lebih fleksibel karena hanya memerlukan beberapa asumsi tentang apa yang disebut sebagai *moment conditions* populasi yang dikembangkan dari asumsi model (Chausse, 2010).

Pada penelitian ini model regresi logistik biner akan diestimasi menggunakan metode MLE dan GMM. Setelah diperoleh model regresi logistik dari dua metode, akan dilihat nilai ketepatan klasifikasinya untuk mengetahui

metode estimasi parameter yang lebih baik. Dalam model regresi logistik nilai ketepatan klasifikasi adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengetahui apakah data telah terklasifikasi dengan benar atau belum. Model dengan nilai ketepatan klasifikasi yang lebih besar adalah model yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan latar belakang diatas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana estimasi model regresi logistik biner menggunakan MLE?
2. Bagaimana estimasi model regresi logistik biner menggunakan GMM?
3. Bagaimana model regresi logistik biner dengan MLE dan GMM pada data Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018?
4. Bagaimana ketepatan klasifikasi model regresi logistik biner dengan MLE dan GMM pada data Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, diperoleh tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui estimasi model regresi logistik biner menggunakan MLE.
2. Untuk mengetahui estimasi model regresi logistik biner menggunakan GMM.
3. Untuk mengetahui model regresi logistik biner dengan MLE dan GMM pada data Kemiskinan di Jawa Timur tahun 2018.
4. Untuk mengetahui ketepatan klasifikasi model regresi logistik biner dengan MLE dan GMM pada data Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi oleh:

1. Model yang diestimasi adalah model regresi logistik biner.
2. Metode yang digunakan dalam mengestimasi model regresi logistik biner adalah MLE dan GMM.
3. Data yang digunakan adalah data Kemiskinan Provinsi Jawa Timur tahun 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menambah referensi dan wawasan mengenai estimasi parameter model regresi logistik biner dengan menggunakan metode MLE dan GMM.
2. Memberikan informasi tentang model regresi logistik biner pada data kemiskinan Provinsi Jawa Timur tahun 2018.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk mengetahui metode-metode yang lebih baik diantara MLE dan GMM dalam mengestimasi parameter model regresi logistik biner

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini penulis deskripsikan dan telaah melalui buku, jurnal, skripsi, maupun sumber lainnya yang berkaitan dengan obyek yang dibahas. Diantara penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah jurnal Alfiah Safitri, dkk yang berjudul “*Model Regresi Logistik Biner pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Sulawesi Barat Tahun 2017*” dimana dalam penelitian tersebut membahas tentang langkah-langkah analisis regresi logistik biner dengan estimasi parameter MLE yang diterapkan pada data tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Sulawesi Barat Tahun 2017.

Penelitian ini juga merujuk pada penelitian Syamsinar, yang berjudul “*Regresi Logistik dan Aplikasinya terhadap Kematian Neonatal*”, dimana dalam skripsi tersebut membahas langkah-langkah analisis regresi logistik dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* yang diterapkan pada data Kematian Bayi Pasca Kelahiran di Rumah Sakit Umum Pangkep.

Selain itu juga terdapat jurnal Muhammad Taurif R, dkk yang berjudul “*Estimation of Generalized Method of Moment in Logistic Regression Model*”, dimana dalam penelitian tersebut membahas tentang langkah-langkah analisis regresi logistik biner dengan metode GMM yang diterapkan pada data kasus penderita HIV/AIDS di Kota Surabaya Tahun 2013.

Penelitian oleh Nurfathanah, dkk yang berjudul “*Taksiran Parameter Multinomial Logit dengan menggunakan Generalized Method of Moment*”, membahas tentang analisis regresi logistik multinomial dengan *Generalized Method of Moment*.

Penelitian oleh Sofia Utami Dewi Saputri yang berjudul *Perbandingan Hasil Estimasi Model Regresi Logistik Biner menggunakan Metode Maximum Likelihood dan Metode Weighted Least Square*, di dalamnya membandingkan analisis regresi logistik biner diolah menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* dan Metode WLS yang diterapkan pada studi kasus Kematian Larva *Aedes Aegypti* Akibat Pemberian Ekstrak Daun Mimba.

Penelitian yang berjudul “*Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner dengan Maximum Likelihood Estimation dan Generalized Method of Moment*” dilakukan oleh penulis terinspirasi dari lima tinjauan pustaka di atas.

Adapun detail perbedaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

No.	Nama Peneliti	Model Regresi	Metode Estimasi	Studi Kasus
1.	Alfiah Safitri, Sudarmin, M. Nusrang. (2019)	Regresi Logistik Biner	MLE	Data Pengangguran Terbuka di Provinsi Sulawesi Barat tahun 2017
2.	Syamsinar (2010)	Regresi Logistik	MLE	Kematian Bayi Pasca Kelahiran di Rumah Sakit Umum Pangkep
3.	Muhammad Taurif R, Bambang W, I Nyoman L. (2014)	Regresi Logistik Biner	GMM	Data Penderita HIV/AIDS di Surabaya tahun 2013
4.	Nurfathanah, Erna Tri H,	Multinomial Logit	GMM	-

	Georgina Maria T. (2020)			
5.	Sofia Utami Dewi Saputri (2012)	Regresi Logistik Biner	MLE dan WLS	Kasus Kematian Larva <i>Aedes Aegypti</i> Akibat Pemberian Ekstrak Daun Mimba
6.	Anjar Mei Anggoro Wati (2021)	Regresi Logistik Biner	MLE dan GMM	Data Kemiskinan Provinsi Jawa Timur tahun 2018

Keenam penelitian di atas adalah sama-sama menggunakan analisis regresi logistik, namun terdapat perbedaan dalam metode estimasi. Pada penelitian pertama dan kedua menggunakan analisis regresi logistik biner dengan metode MLE dalam mengestimasi parameter. Pada penelitian ketiga dan keempat menggunakan analisis regresi logistik biner dengan metode GMM dalam mengestimasi parameter. Pada penelitian kelima, dilakukan perbandingan terhadap regresi logistik Biner yang diestimasi dengan Metode MLE dan Metode WLS.

Penelitian yang berjudul *Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner dengan Maximum Likelihood Estimation dan Generalized Method of Moment* menggabungkan metode estimasi parameter dari penelitian-penelitian di atas agar diperoleh metode estimasi yang lebih baik diantara MLE dan GMM pada analisis regresi logistik biner. Metode GMM pada penelitian keenam menggunakan algoritma *Iterative Reweighted Least Square (IRLS)*. Selain itu, perbedaan dari tinjauan pustaka di atas adalah studi kasus yang digunakan.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran menyeluruh dan mempermudah dalam memahami estimasi parameter pada regresi logistik biner dengan metode MLE dan GMM, maka penulis memberikan gambaran sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini menyajikan teori dasar dan teori pendukung mengenai analisis regresi logistik biner dan estimasi parameter dengan metode MLE dan GMM.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan penjelasan mengenai metode penelitian yang dilakukan oleh penulis, sumber data yang digunakan dalam studi kasus, variabel penelitian, langkah analisis, dan *flowchart*.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang langkah-langkah analisis regresi logistik biner dengan estimasi parameter MLE dan GMM.

BAB V STUDI KASUS

Pada bab ini dijelaskan hasil estimasi parameter dari metode MLE dan GMM yang diterapkan pada studi kasus dalam menganalisis data kemiskinan Provinsi Jawa Timur tahun 2018 dengan metode regresi logistik biner.

BAB VI PENUTUP

Dalam bab ini dijelaskan kesimpulan dari hasil analisis dan berisikan saran bagi peneliti berikutnya.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab IV dan hasil studi kasus pada bab V diperoleh kesimpulannya sebagai berikut:

1. Model estimasi parameter regresi logistik biner dengan metode MLE dan iterasi numerik newton raphson, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\beta^{(t+1)} = \left(\beta^{(t)} + X^T V^{(t)} X \right)^{-1} X^T \left(Y - \pi(x)^{(t)} \right)$$

Didapatkan hasil estimasi parameter dengan iterasi numerik *newton Raphson* yang akan berhenti ketika taksiran yang didapat konvergen dengan syarat

$$\beta^{(t+1)} \approx \beta^{(t)} \text{ atau } \left\| \beta^{(t+1)} - \beta^{(t)} \right\| < \varepsilon.$$

Pengestimasi parameter regresi logistik biner dengan metode MLE dapat dilakukan dengan bantuan *software* R studio 4.0.5.

2. Model estimasi parameter regresi logistik biner dengan metode GMM dengan pendekatan IRLS, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_{t+1} = \hat{\beta}_t + \left(X^T \hat{W} X \right)^{-1} \left(X^T \left(Y - \hat{\pi}(x) \right) \right)$$

$$\hat{\beta}_{GMM} = \left(X^T \hat{W} X \right)^{-1} X^T \hat{W} Z$$

Dengan $Z = \left[\ln \frac{\hat{\pi}(x)}{1 - \hat{\pi}(x)} + \left(\hat{W}^{-1} \left(Y - \hat{\pi}(x) \right) \right) \right]$ dan

$$\hat{W} = \text{diag} \left[\hat{\pi}(x_i) \left(1 - \hat{\pi}(x_i) \right) \right].$$

Proses iterasi akan berhenti sampai diperoleh penduga parameter yang konvergen.

3. Model regresi logistik biner menggunakan metode MLE dan metode GMM pada studi kasus kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 apabila dilihat dari jumlah variabel yang signifikan, pada metode MLE terdapat satu variabel yang signifikan yaitu variabel rumah tangga penerima PKH. Sedangkan untuk metode GMM terdapat dua variabel independen yang signifikan masuk ke dalam model yaitu variabel rumah tangga yang memiliki komputer dan variabel rumah tangga penerima PKH.

Pada metode MLE, model regresi logistik yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\pi(x) = \frac{e^{2.9324+0.3717x_3}}{1 + e^{2.9324+0.3717x_3}}$$

Pada metode GMM, model regresi logistik yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\pi(x) = \frac{e^{1.1653-0.2033x_2+0.2082x_3}}{1 + e^{1.1653-0.2033x_2+0.2082x_3}}$$

4. Nilai ketepatan klasifikasi model regresi logistik biner pada studi kasus kemiskinan di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 dengan metode MLE sebesar 81.57%, sedangkan nilai ketepatan klasifikasi metode GMM adalah 73.68%. Sehingga estimasi parameter regresi logistik biner dengan metode MLE adalah lebih baik dibandingkan menggunakan metode GMM.

6.2 Saran

1. Pada penelitian ini menggunakan regresi logistik biner dengan dua kategori variabel dependen. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menggunakan model regresi logistik ordinal atau multinomial dengan lebih dari dua kategori variabel dependen.
2. Pada penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan metode estimasi parameter yang berbeda sehingga dapat dibandingkan dengan metode MLE dan GMM untuk memperoleh model yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, Alan. 2002. *Data Analysis*. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Anton, Howard. 1987. *Aljabar Linear Elementer*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Anton, H. dan Rorres, C. 2000. *Elementary Linier Algebra, 8th Edition*. Canada: John Wiley & Sons Inc, New York..
- Bain, L. J. dan Engelhardt, M. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. California: Duxbury Press.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018a. *Indikator Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018b. *Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Jawa Timur 2018*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Chausse, P. 2010. Computing Generalized Method of Moments and Generalized Empirical Likelihood with R. *Journal of Statistical Software*.
- Danapriatna, Nana dan Setiawan R. 2005. *Pengantar Statistika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gujarati, N. Damodar. 2004. *Basic Econometrics*, Fourth edition. Singapore. McGraw-Hill Inc.
- Gujarati, N. Damodar. 2007. *Dasar-dasar Ekonometrika Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Gunardi. (1999). *Metode Statistik*. FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- Hadi, Sutrisno. 2004. *Analisis Regresi*. Yogyakarta: ANDI.
- Hosmer, D.W., dan Lemeshow, S. 2000. *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons Inc., New York.

- Irfiana, Umrotul. 2019. Analisis Regresi Data Panel Dinamis menggunakan Generalized Method of Moment Arrelano and Bond. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Johnson dan Rising. 1972. *Math on Call : A Mathematics Hanbook*, Great Source Education Group, Inc. Houghton Mifflin Co.
- Judge, George., et. Al. 1988. *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*. Second Edition. John Wiley & Son. USA.
- Kleinbaum, D. dan Klein, M. 2002. *Logistic Regression*. New York: Springer Verlag.
- Kuan, C. M. 2010. *Generalized Method of Moment*. Taiwan: Department of Finance & CRETA National Taiwan University.
- Montgomery, C. & Runger, G.C. 2003. *Appllied Statistics and Probability for Engineers: Third Edition*. John Willey & Sons, Inc.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., dan Budiantara, M. 2017. *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Qudratullah, M. F., Zuliana, S. U., dan Supandi, E. D. 2008. *Metode Statistika*. Yogyakarta: Bidang Akademik UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Qudratullah, M. F. 2012. *Analisis Rregresi Terapan: Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Andi.
- Sembiring, R. (1995). *Analisis Regresi*. Bandung: ITB.
- Spiegel, M. R. 2004. *Statistik Schaum's Easy Outlines*. Jakarta: Erlangga.
- Spiegel, M. R., Schiller, J. J. dan Srinivasan, R. A. 2004. *Probabilitas dan Statistik*. Alih Bahasa oleh Wiwit, K dan Irzam H. Jakarta: Erlangga.
- Subagyo, Pangestu dan Djarwanto. 2013. *Statistika Induktif*. Yogyakarta: BPFE.
- Supranto, J. 2001. *Statistik: Teori Dan Aplikasi Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.

- Taurif, M. R., Bambang, W. O., dan Latra, I. N. (2014). Estimation of Generalized Method of Moment in Logistic Regression Model. *Prosding Seminar Nasional Matematika*. Universitas Jember.
- Usman, H., dan Akbar, P. S. 2006. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Walpole, R. E. dan Myers, R. H. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi ke-4*. Alih bahasa oleh Sembiring, R.K. Bandung: Penerbit ITB.
- Widarjono, Agus. 2010. *Analisis Multivariat Terapan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- Wijanto, S. 2008. *Structural Equation Modeling dengan Lisrel 8.8: Konsep dan Tutorial*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Yusuf, G. O. 2020. Pemodelan Regresi Logistik Biner pada Data Sindrom Metabolik menggunakan Metode Momen Diperumum. *Skripsi*. Universitas hasanuddin. Makassar.